

Sistem Navigasi Perjalanan Berbasis Web Dengan Algoritma Koloni Semut (Ant Colony Algorithm)

Arna Fariza¹, Entin Martiana¹, Fidi Wincoko Putro²
Dosen¹, Mahasiswa²

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114
Email :feedewepe@student.eepis-its.edu

Abstract

Dalam suatu perjalanan pada umumnya kita selalu memilih jalur yang paling pendek untuk menghemat waktu dan biaya. Pencarian jalur terpendek secara umum dapat dibagi menjadi dua metode yaitu metode konvensional dan metode heuristik. Metode Konvensional kurang cocok digunakan untuk mencari jalur terpendek dengan data yang besar atau banyak. Karena hasil yang diperoleh dengan metode Konvensional cenderung tidak akurat apabila data yang digunakan banyak. Salah satu metode heuristik yaitu Algoritma Koloni Semut dimana dengan metode tersebut pencarian jalur terpendek menjadi lebih singkat walaupun menggunakan data yang banyak sekalipun. Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis berbasis Web, misalnya Mapserver dan Algoritma Koloni Semut diharapkan mampu memberikan informasi navigasi yang cukup berguna bagi pengguna jalan yang membutuhkan petunjuk jalan.

Kata Kunci : Algoritma Koloni Semut, GIS, Pencarian Jalur Terpendek.

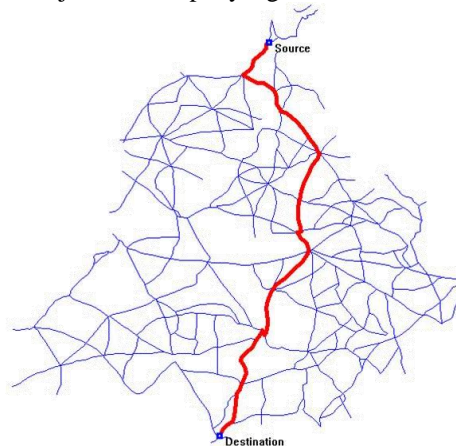
1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Permasalahan lalu lintas pada suatu kota besar merupakan persoalan yang cukup rumit untuk ditangani. Berbagai permasalahan lalu lintas misalnya, kemacetan, kecelakaan, dan lain-lain. Salah satu masalah yang termasuk dalam permasalahan lalu lintas adalah pencarian jalur atau rute menuju suatu lokasi.

Pencarian jalur sangat diperlukan bagi pengguna jalan yang tidak tahu jalan mana yang akan dilalui agar sampai ke tempat tujuannya dalam suatu kota. Apalagi bagi pengguna jalan yang baru pertama kalinya mengunjungi kota tersebut. Tidak menutup kemungkinan

juga bagi penduduk kota besar itu sendiri yang tidak hafal atau tidak mengetahui jalur mana yang harus dilalui untuk menuju suatu tempat yang mereka kehendaki.



Gambar 1. Pencarian Jalur Terpendek

Penghematan waktu dan biaya menjadi faktor lainnya yang mengharuskan pengguna jalan mencari suatu jalur yang terpendek agar lebih cepat sampai ke tempat tujuan. Oleh karena hal itulah maka pencarian jalur terpendek menjadi suatu permasalahan yang patut untuk diselesaikan secara komputerisasi dengan kecerdasan buatan.

Teknologi internet yang semakin berkembang dengan cepat sehingga membuat informasi menjadi tersebar dalam waktu yang relatif singkat ke seluruh penjuru dunia. Salah satu teknologi internet yang paling populer adalah Web.

Kemudian perkembangan peralatan telekomunikasi yang mengikuti perkembangan teknologi internet. Sehingga penjelajahan ke dunia maya itu bisa dilakukan dimanapun pengguna berada asalkan ada konektivitas dengan internet. Maka informasi yang disampaikan melalui Web memiliki tingkat portabilitas yang cukup tinggi.

Perpaduan teknologi Web, Kecerdasan Buatan (Artifisial Intelligence), dan Sistem Informasi Geografis diharapkan mampu menyediakan suatu informasi yang sangat bermanfaat dan mudah diakses termasuk pencarian jalur terpendek tersebut di atas.

1.2. Rumusan Permasalahan

Untuk merencanakan dan membangun suatu sistem pencarian jalur terpendek yang akan dibuat pada Proyek Akhir ini, terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi seperti:

- Pembangunan Sistem Informasi Geografis (GIS) berbasis web dengan data fakta berupa peta.
- Pemrograman Algoritma Koloni Semut yang digunakan sebagai metode untuk pencarian jalur terpendek.
- Menggabungkan GIS dengan Algoritma Koloni Semut untuk mencari jalur terpendek.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan permasalahan dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Pencarian jalur terpendek hanya menggunakan jarak saja, tanpa menghiraukan adanya beban dari tiap jalan.
- Data yang dipakai di dalam sistem ini adalah data jalan dari peta Kota Surabaya.
- Pada GIS, Sistem hanya menghitung jalan yang terhubung dengan jalan lainnya dan dihubungkan dengan titik-titik.

1.4. Tujuan

Tujuan dari sistem yang dibuat adalah menemukan jalur atau rute manakah yang memiliki total jarak terdekat. Sehingga diharapkan mampu memberikan informasi kepada pengguna tentang jalur manakah yang paling dekat untuk menuju suatu tempat yang diwakili oleh suatu titik asal dan titik tujuan.

2. Teori Penunjang

2.1. Sistem Informasi Geografis (GIS)

Sistem Informasi Geografis merupakan terjemahan dari bahasa Inggris: Geographic Information System disingkat GIS adalah "... sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis ..." (id.wikipedia.org 2009).

Dalam perkembangan Sistem Informasi Geografis pada umumnya memiliki dua jenis aplikasi, yaitu GIS berbasis desktop dan GIS berbasis web. GIS berbasis

desktop adalah aplikasi GIS yang hanya dijalankan di satu komputer saja serta data yang disimpan juga terletak di dalam mesin yang sama.

2.2. Mapserver

Mapserver adalah sebuah aplikasi open source untuk mem-publish data spasial melalui web. Dibangun pada pertengahan tahun 1990an di Universitas Minnesota dengan bekerja sama dengan NASA (National Aeronautics and Space Administration). Mapserver dirilis di bawah lisensi dari MIT-style licence dan berjalan pada sebagian besar sistem operasi (Windows, Linux dan Mac OSX).

Mapserver memiliki kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

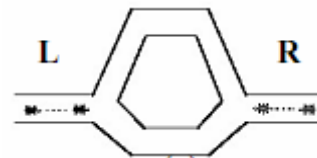
- Mendukung beberapa bahasa pemrograman yang populer seperti PHP, Python, Perl, Ruby, Java, dan .NET.
- Mendukung banyak sistem operasi seperti (Linux, Windows, Mac OS X, Solaris dan lainnya).
- Mendukung banyak tipe data baik Raster maupun Vector diantaranya: Tiff/GeoTiff, EPPL7, ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL.

2.3. Ant Colony Algorithm

Ant Colony System atau algoritma koloni semut diadopsi dari tingkah laku semut di dunia nyata (Dorigo, 1996). Koloni semut mampu menemukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang ke sumber makanan.

Koloni semut dapat menemukan rute terpendek antara sarang dan sumber makanan berdasarkan jejak yang ditinggalkan pada lintasan yang telah dilalui. Jejak yang ditinggalkan berupa hormon yang disebut feromon. Semakin banyak semut yang melalui suatu lintasan, maka semakin jelas feromon yang ditinggalkan. Sehingga semut lainnya lebih tertarik pada feromon yang lebih tebal atau lebih banyak. Dan sebaliknya, lintasan yang dilalui oleh sedikit semut akan jarang dilalui dan akhirnya hilang sama sekali.

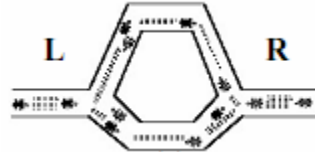
Sebagai ilustrasi, lihat gambar dibawah ini:



Gambar 2. Semut dari sarang dan sumber makanan.



Gambar 3. Semut datang dari sarang dan sumber makanan dengan masing-masing menentukan arah.



Gambar 4. Semut terbagi dua kelompok.

Seiring berjalannya waktu, semut-semut memiliki kecepatan berjalan yang sama. Sehingga semut yang melalui lintasan paling pendek akan sampai ke tujuan lebih cepat dibanding dengan semut yang melalui lintasan yang panjang. Semakin cepat semut melalui lintasan tersebut, maka semakin sering semut tersebut melalui lintasan tersebut. Sehingga banyak feromon yang ditinggalkan oleh semut tersebut.



Gambar 5. Jejak semut.

Karena feromon yang ditinggalkan semakin menumpuk banyak, maka semut yang lainnya lebih tertarik pada lintasan yang paling pendek tersebut. Semakin lama lintasan bawah akan banyak mengandung feromon, sedangkan lintasan yang atas feromon yang ditinggalkan lama-kelamaan akan menguap dan akhirnya hilang sama sekali.

2.4. Algoritma Shortest Path Dengan ACS

Shortest Path adalah pencarian jalur terpendek yaitu suatu cara bagaimana mengoptimalkan jalur yang ada sesuai dengan beban tiap jalur tersebut sehingga ditemukan jalur yang paling kecil beban totalnya untuk dilewati.

Dalam algoritma semut, diperlukan beberapa variabel dan langkah-langkah untuk menentukan jalur terpendek, yaitu:

Langkah 1, Inisialisasi harga parameter-parameter algoritma. Parameter-parameter yang di-inisialisasikan adalah:

- a. Intensitas jejak semut antar titik dan perubahan ()

- b. Banyak kota (n) termasuk x dan y (koordinat) atau (jarak antar titik)
- c. Tetapan siklus-semut(Q)
- d. Tetapan pengendali intensitas jejak semut()
- e. Tetapan pengendali visibilitas()
- f. Visibilitas antar kota= ()
- g. Banyak semut(m)
- h. Tetapan penguapan jejak semut ()
- i. Jumlah siklus maksimum (NCmax) bersifat tetap selama algoritma dijalankan, sedangkan akan selalu diperbaharui harganya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama (NC=1) sampai tercapai jumlah siklus maksimum (NC=NCmax) atau sampai terjadi konvergensi.

Setelah inisialisasi dilakukan, kemudian m semut ditempatkan pada titik pertama tertentu secara acak.

Langkah 2, pengisian titik pertama ke dalam tabu list. Hasil inisialisasi kota pertama setiap semut dalam langkah 1 harus diisikan sebagai elemen pertama tabu list setiap semut dengan indeks titik tertentu, yang berarti bahwa setiap tabuk(1) bisa berisi indeks titik antara 1 sampai n sebagaimana hasil inisialisasi pada langkah 1.

Langkah 3, penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap titik. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap titik, akan mulai melakukan perjalanan dari titik pertama masing-masing sebagai titik asal dan salah satu titik-titik lainnya sebagai titik tujuan. Kemudian dari titik kedua masing-masing, koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari titik-titik yang tidak terdapat pada tabuk. Jika s menyatakan indeks urutan kunjungan, titik asal dinyatakan sebagai {N-tabuk}, maka untuk menentukan titik tujuan digunakan persamaan probabilitas titik untuk dikunjungi sebagai berikut:

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in \{N-tabu_k\}} [\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ik}]^\beta} \quad (1)$$

Untuk $j \in \{N-tabuk\}$

Dan, untuk j lainnya

Dengan i sebagai indeks titik asal dan j sebagai indeks titik tujuan.

Langkah 4, Perhitungan panjang rute tertutup (length closed tour) atau L_k setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semua semut. Perhitungan dilakukan berdasarkan tabuk masing-masing dengan persamaan berikut:

$$L_k = dtabu_k(n), tabu_k(1) + \sum_{s=1}^{n-1} dtabu_k(s), tabu_k(s+1) \quad (2)$$

Dengan dij adalah jarak antara titik i ke titik j yang dihitung berdasarkan persamaan:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (3)$$

Setelah Lk setiap semut dihitung, akan didapat harga minimal panjang rute tertutup setiap siklus atau LminNC dan harga minimal panjang rute tertutup secara keseluruhan adalah atau Lmin.

Koloni semut akan meninggalkan jejak-jejak kaki pada lintasan antar titik yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar titik. Persamaan perubahan ini adalah:

$$\Delta \tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k \quad (4)$$

Dengan adalah perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar titik setiap semut yang dihitung berdasarkan persamaan:

$$\Delta \tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \quad (5)$$

Untuk (i, j) titik asal dan titik tujuan dalam tabu_k.

$$\Delta \tau_{ij}^k = 0 \quad (6)$$

Untuk (i, j) lainnya.

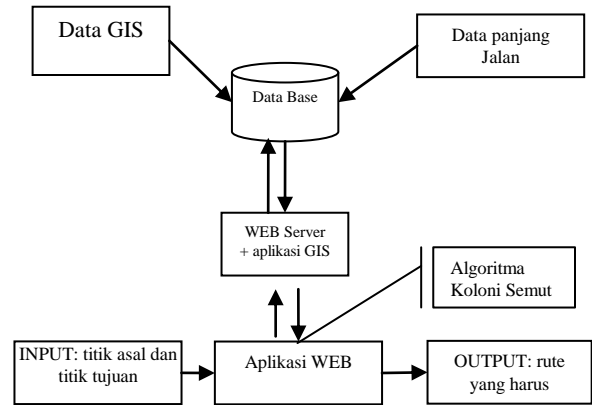
Langkah 5, Harga intensitas jejak kaki semut antar titik pada semua lintasan antar titik ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewati. Untuk siklus selanjutnya, semut yang akan melewati lintasan tersebut harga intensitasnya telah berubah. Harga intensitas jejak kaki semut antar titik untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan:

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} + \Delta \tau_{ij} \quad (7)$$

Untuk siklus selanjutnya perubahan harga intensitas jejak semut antar titik perlu diatur kembali agar memiliki nilai sama dengan nol.

Langkah 6, Pengosongan tabu list, dan ulangi langkah 2 jika diperlukan. Tabu list perlu dikosongkan untuk diisi lagi dengan urutan titik yang baru pada siklus selanjutnya, jika jumlah siklus maksimum belum tercapai atau belum terjadi konvergensi. Algoritma diulangi lagi dari langkah 2 dengan harga parameter intensitas jejak kaki semut antar titik yang sudah diperbaharui.

3. Rancangan Sistem



Gambar 6. Rancangan sistem.

Sistem navigasi perjalanan berbasis web ini dimulai dari pengumpulan data GIS yang akan digunakan untuk melakukan pencarian jalur terpendek. Selain data GIS, diperlukan juga data panjang jalan dan nama jalan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Kedua data tersebut dimasukkan ke dalam database. Aplikasi web yang berisi algoritma Koloni Semut berjalan didalam web server yang juga telah diintegrasikan dengan GIS agar tampilan output yang dihasilkan mampu menampilkan peta jalur yang dicari sesuai dengan input yang diberikan, yaitu titik asal dan titik tujuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dari beberapa pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, kesimpulan yang didapat adalah:

- Pencarian jalur terpendek dengan metode koloni semut tergantung dari parameter-parameter yang dimasukkan.
- Banyaknya titik dan kesesuaian parameter sangat menentukan kecepatan pencarian jalur terpendek.
- Parameter yang berpengaruh adalah Tij (tetapan awal intensitas feromon), Alfa (tetapan pengendali intensitas feromon), beta (tetapan pengendali visibilitas), rho (tetapan penguapan feromon).
- Algoritma koloni semut ini juga masih memiliki kesalahan dalam pencarian titik, karena di dalam sistem ini menggunakan random yang kurang optimal.

References

- [1] Refianti, Rina dan A.B. Mutiara, *Solusi Optimal Travelling Salesman Problem dengan Ant Colony System (ACS)*, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Gunadarma, 2005.
- [2] Mutakhiroh I., F. Saptono, N. Hasanah, R. Wiryadinata, *Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma*

Semut dan Algoritma Genetika, Laboratorium Pemrograman dan Informatika Teori, Universitas Islam Indonesia, 2007.

- [3] Maria, Anna, E.Y. Sinaga dan, M. Helena I, *Penyelesaian Masalah Travelling Salesman Problem Menggunakan Ant Colony Optimization (ACO)*, Laboratorium Ilmu dan Rekayasa Komputasi Departemen Teknik Informatika, ITB, Bandung, 2005.
- [4] Sina, Ibnu W, *Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk Melakukan Optimisasi*, Program Studi Teknik Informatika, ITB, Bandung, 2007.
- [5] Dorigo, Marco and L.M. Gambardella, *Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem*, Universite Libre de Bruxelles, 1997.
- [6] Dorigo, Marco and L.M. Gambardella, *Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Travelling Salesman Problem*, Universite Libre de Bruxelles, 1997.
- [7] Dorigo, Marco, V. Maniezzo, dan Alberto Coloni, *The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents*, Universite Libre de Bruxelles, dan Politecnico di Milano, 1996.